

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 43 11 963 C 2

51 Int. Cl. 6:
G 01 F 23/296

21 Aktenzeichen: P 43 11 963.8-52
22 Anmeldetag: 10. 4. 93
43 Offenlegungstag: 13. 10. 94
46 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 10. 98

DE 43 11 963 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Endress + Häuser GmbH + Co, 79689 Maulburg, DE

72 Erfinder:

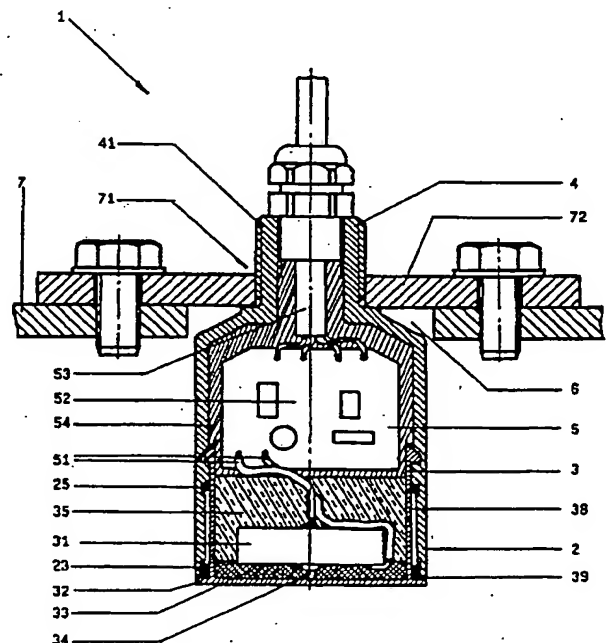
Klöfer, Peter, 56244 Steinen, DE; Eckert, Manfred,
79874 Todtnau, DE; Schwald, Rolf, 79850
Schopfheim, DE

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 40 27 949 C2
DE 39 31 453 C1
DE 21 52 675 B2

64 Füllstandsmeßgerät

67 Füllstandsmeßgerät zur Messung des Füllstandes in einem Behälter oder der Lagerhöhe eines Füllgutes auf einem Lagerplatz, mit einem von einem äußeren Gehäuse (2) umschlossenen, abwechselnd als Sendewandler zur Aussendung von Sendepulsen und als Empfangswandler der auf der Oberfläche des Füllgutes reflektierten Echoimpulse betriebenen Ultraschallwandler (31) mit einer thermoplastischen Anpaß- und Bedämpfungsschicht (33, 35), dadurch gekennzeichnet, daß der von einem inneren Gehäuse (3) umschlossene Sende- und Empfangswandler (31) unter Bildung eines exakt zylindrischen, coaxialen Luftspaltes (38) mit einer Breite von 1 mm oder weniger von dem äußeren Gehäuse (2) des Füllstandsmeßgerätes (1) coaxial umgriffen ist und so Werkstoffgrenzflächen ausgebildet sind, an denen durch Schallimpedanzsprünge die von der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles (31) radial ausgestrahlte Schallenergie reflektiert wird.



DE 43 11 963 C 2

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Füllstandsmeßgerät zur Messung des Füllstandes in einem Behälter oder der Lagerhöhe eines Füllgutes auf einem Lagerplatz mit einem von einem äußeren und inneren Gehäuse umschlossenen, abwechselnd als Sendewandler zur Aussendung von Sendeimpulsen und als Empfangswandler der auf der Oberfläche des Füllgutes reflektierten Echoimpulse betriebenen Ultraschallwandler mit einer thermoplastischen Anpaß- und Bedämpfungsschicht, und einer elektrischen Schaltung zur Anregung des Wandlers.

Füllstandsmeßgeräte dieser Art werden häufig bei der Überwachung von Prozessen, z. B. der Erfassung der Füllhöhe von Behältern oder Lagerplätzen oder ähnlicher für den Ablauf von Prozessen notwendiger Meßwerte, eingesetzt. Dabei wird die Füllhöhe, d. h. der Inhalt des Behälters oder die Lagerhöhe des Lagerplatzes aus der Laufzeit des Schallimpulses von der Membran des Ultraschallwandlers zu der als Reflexionsebene wirkenden Oberfläche des Füllgutes und zurück zum Wandler ermittelt.

Zur Erzeugung des Sendeimpulses weist der von einem Gehäuse umschlossene Ultraschallwandler einen piezoelektrischen Kristall auf, welcher durch den aus der elektrischen Schaltung gebildeten Sendeimpuls-generator zu Schwingungen mit der Frequenz der Ultraschallwelle angeregt wird. Nach dem üblichen Stand der Technik ist auf der der Membran des Wandlers zugewandten Seite die Stirnfläche und ein kurzes Stück der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles von einer thermoplastischen Kunststoffschicht umhüllt, welche der Anpassung der akustischen Impedanz des keramischen Werkstoffes des Kristalles an die akustische Impedanz des Mediums, in welches der Schallimpuls abgestrahlt werden soll, dient.

Auf der der Membran abgewandten Seite füllt eine Dämpfungsschicht aus ebenfalls thermoplastischen Kunststoff den restlichen Teil des Gehäuseinnenraumes aus. Dabei umschließt dieser Kunststoff die andere Stirnfläche und den größten Teil der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles. Die Dämpfungsschicht hat zur Aufgabe, das Schwingungsverhalten des Kristalles so zu beeinflussen, daß die Schwingrichtung im wesentlichen auf die Membran gerichtet ist und die Abstrahlung von Schwingungsenergie in jede andere Richtung bedämpft wird.

Nach der Lehre der deutschen Patentanmeldung P 42 30 773.2 kann diese Dämpfungsschicht aus einem Silikonelastomer mit einem hohen Anteil von Metalloxyden gebildet sein. Eine solche Dämpfungsschicht beeinflusst das Ausschwingverhalten des Kristalles und vermindert die ungewollte Abstrahlung von Schwingungsenergie in radiale und der Membran abgewandte axiale Richtung.

Bei Sensoren, deren Innengehäuse mit einer Kunststoffschicht ausgefüllt ist, gelingt dies wegen der Begünstigung der Schallausbreitung durch die Kunststoffschicht jedoch nicht vollständig, so daß noch immer eine Restmenge von Schallenergie vor allem radial von der Mantelfläche des Kristalles abgestrahlt wird und nicht als auf das Füllgut gerichtete Schallenergie zur Verfügung steht. Insbesondere bei der Anwendung des Füllstandsmeßgerätes zur Messung von Füllständen in Behältern reflektiert diese radial abgestrahlte Schallenergie an der Behälterwand oder an Einbauten oder an den Innenwänden von Schallführungsrohren und wird in den

Meßraum gerichtet, was zur Folge hat, daß die Messung durch störende Nebenechos beeinflusst wird.

Üblicherweise wird versucht, diesen Nachteil dadurch zu begegnen, daß die die Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles umschließende Kunststoffschicht in ihrer Wandstärke vergrößert wird, was zu einer Verlängerung des Schallaufweges und zu einer Erhöhung der Schallabsorption führt. Dem gleichen Ziel dient auch die Zwischenfügung einer den piezoelektrischen Kristall umlaufenden Schaumstoffschicht.

Andererseits ist es aber die Forderung an solche Meßgeräte, den Gesamtdurchmesser der Gehäuse möglichst klein im Durchmesser zu gestalten, damit die Öffnung des Behälterdeckels, durch welche das Meßgerät in den Behälter eingebracht werden muß oder der Durchmesser eines Schallführungsrohres ebenfalls klein gehalten werden kann.

Ein elektroakustischer Wandler der gleichen Art ist aus der DE-PS 40 27 949 bekannt. In dieser Patentschrift wird vorgeschlagen, die parallel zur Achsrichtung des Schallkopfes verlaufende unerwünschte Schallabstrahlung durch einen den Schallkopf unter Bildung eines Zwischenraumes umlaufenden, aus einem Glasfaserverstärkten Kunststoff gebildeten Füllring zu bedämpfen. Maßnahmen zur Verringerung oder Verhinderung von radial abgestrahlten Schallwellen zeigt diese Druckschrift nicht.

Die DE-AS 21 52 675 beschreibt eine Anordnung zur kontinuierlichen Messung eines Füllstandes in einem Behälter. Es ist ein Schall- oder Ultraschallwellen ausstrahlender Wandler gezeigt, bei welchem zwischen dem piezoelektrischen keramischen Körper und der metallischen Membran zur Anpassung an die Membran ein in eine Fettschicht eingebetteter Silberleiter zwischengefügt ist. Eine Schenkelfeder stützt sich am Deckel des Gehäuses ab und drückt den Keramikkörper federnd gegen die Membran. Der Keramikkörper ist, außer der der Membran zugewandten Seite, von einem freien Raum umgeben. Die nach diesen Seiten abgestrahlte Schallenergie erfährt beim Übergang von dem keramischen Werkstoff zur gasförmigen Umgebung einen Impedanzsprung. Eine solche Vorrichtung hat den Nachteil, daß keine Maßnahmen zur Beeinflussung der Schallrichtung und des Ausschwingverhaltens vorhanden sind. Um in der Nähe des höchsten zulässigen Füllstandes messen zu können, ist die Anordnung eines zusätzlichen zweiten Wandlers notwendig.

Aus der DE-PS 39 31 453. ist eine Vorrichtung zur Feststellung und/oder Überwachung eines vorbestimmten Füllstandes in einem Behälter bekannt. Die Vorrichtung weist zwei in den Behälter ragende Schwingstäbe auf, deren Schwingverhalten durch die Überdeckung oder Nichtüberdeckung durch das Füllgut beeinflusst wird. Die Schwingstäbe sind mittels eines Stapels ringförmiger piezoelektrischer Wandlerelemente in Schwingungen versetzt. Der Piezostapel ist dazu unter Vorspannung der Membran mittels einer, den Stapel durchdringenden Spannschraube, zwischen der Membran und einer Sechskantmutter eingespannt. Das aus Membran und Schwingstäben gebildete Masse-Feder-System schwingt unterhalb der Resonanzfrequenz der piezokeramischen Kristalle mit einer Eigenresonanzfrequenz der Schwingstäbe. Der Energieverlust der piezokeramischen Kristalle in radialer Richtung ist vernachlässigbar gering.

Demgegenüber stellt sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe, ein Füllstandsmeßgerät vorzuschlagen, bei welchem, die die Messung störenden durch die Mantel-

fläche des von einem inneren Gehäuse umschlossenen piezoelektrischen Kristalles ausgelöste Abstrahlung von Schallenergie verhindert oder zumindest noch weiter eingeschränkt wird und dabei auf eine Vergrößerung des Außendurchmessers des Meßgerätes verzichtet ist.

Um dies zu erreichen, verzichtet die Erfindung auf eine Verminderung der Schallabsorption durch Verlängerung der Dämpfungsstrecke, sondern nutzt die Mehrfachreflexionen des Schallimpulses aus, welche an Werkstoffgrenzflächen, verursacht durch Schallimpedanzsprünge, auftreten.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die in dem Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile sind in einem Ausführungsbeispiel dargestellt.

Es zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch den Ultraschallwandler.

Fig. 2 einen Schnitt durch das Gehäuse des Ultraschallwandlers als Einzelteil.

Fig. 3 eine Draufsicht auf das den piezoelektrischen Kristall und die Anpaß- sowie Dämpfungsschicht umschließende Wandlergehäuse.

In Fig. 1 ist mit 1 ein Ultraschallwandler dargestellt, welcher der Messung des Füllstandes in einem Behälter bzw. der Füllhöhe auf einem Lagerplatz dient. Der Ultraschallwandler besteht aus dem Gehäuse 2, dem Wandlergehäuse 3 und dem Anschlußteil 4 sowie dem Sendeimpulsgenerator 5.

Der Ultraschallwandler 1 ist durch die Öffnung 6 in den Innenraum eines nichtdargestellten Behälters eingeführt. Der Behälter ist von einem Deckel 7 verschlossen, von welchem nur ein kurzer Abschnitt dargestellt ist. Zur Befestigung des Ultraschallwandlers 1 durchdringt der Gewindezapfen 41 des Anschlußteiles 4 eine zentrische Bohrung 71 des Anschlußflansches 72. Der Gewindezapfen 41 bildet mit dem Flansch 72 eine lösbar Verbindung, durch welche der Ultraschallwandler 1 an dem Anschlußflansch 72 gehalten ist.

Im Inneren des topfförmigen Wandlergehäuses 3 ist der piezoelektrische Kristall 31 angeordnet. Der Boden des Wandlergehäuses 3 bildet die Membran 32 des Ultraschallwandlers. Auf der der Membran 32 zugewandten Seite ist die Stirnfläche und ein kurzes Stück der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles 31 von der Anpaßschicht 33 umhüllt. Um dies zu erreichen, ist der piezoelektrische Kristall 31 mittels kurzen Stützen 34 in einen genau definierten Abstand von der Membran 32 gehalten.

Der der Membran 32 abgewandte Innenraum des Wandlergehäuses 3 ist vollkommen von der Dämpfungsschicht 35 ausgefüllt. Damit ist der piezoelektrische Kristall 31 sowohl an seiner Mantelfläche wie auch auf der der Membran 32 abgewandten Stirnfläche von der Dämpfungsschicht 35 umhüllt. Elektrische Anschlußleitungen 51 verbinden den piezoelektrischen Kristall 31 mit dem durch eine elektrische Schaltung 52 gebildeten Sendeimpulsgenerator 5. Dieser wiederum steht über eine weitere elektrische Leitung 53 mit einem entfernt vom Meßraum angeordneten Auswertegerät in elektrischer Verbindung.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, weist das topfförmige Wandlergehäuse 3 an seinem der Membran 32 abgewandten Ende Arretierungsfedern 36 auf. Diese sind gleichmäßig am Umfang des Wandlergehäuses 3 verteilt. Auf die Funktion dieser Arretierungsfedern 36 soll später noch näher eingegangen werden. Das topfförmige

Wandlergehäuse 3 ist vorteilhafterweise als Spritzteil aus einem Polypropylen hergestellt.

Der Sendeimpulsgenerator 5 erzeugt einen elektrischen Sendeimpuls und regt über die elektrischen Verbindungsleitungen 51 den piezoelektrischen Kristall 31 zu Schwingungen in der Frequenz der Ultraschallwelle an. Die Abstrahlung der Schallenergie erfolgt im wesentlichen axial von den Stirnflächen des Kristalles 31. Ein Teil der Energie wird jedoch auch radial von der Mantelfläche des Kristalles 31 abgestrahlt. Die der Membran 32 zugewandte und den Zwischenraum zwischen der Membran 32 und dem Kristall 31 ausfüllende Kunststoffschicht 33 bewirkt eine Anpassung der akustischen Impedanz des keramischen Werkstoffes des piezoelektrischen Kristalles 31 an die Impedanz der Medien, in welches der Schallimpuls abgestrahlt werden soll.

Die den restlichen Innenraum des topfförmigen Wandlergehäuses 3 ausfüllende Dämpfungsschicht 35 bedämpft die Abstrahlung von Energie sowohl in der der Membran 32 abgewandten axialen wie auch der radialen Richtung. Da diese Kunststoffschicht jedoch nicht nur eine Bedämpfung der abgestrahlten Energie sondern auch eine Impedanzanpassung bewirkt, gelingt die vollkommene Verhinderung der ungewollten Energieabstrahlung nicht. Stellt eine Verminderung der Abstrahlung in der der Membran 32 abgewandten axialen Richtung derzeit kein Problem mehr da, ist eine zufriedenstellende Lösung der radialen Abstrahlung bisher noch nicht gefunden. Zwar wird versucht, die Verminderung der Abstrahlung von radialer Schwingungsenergie durch eine Erhöhung der Schallabsorption mittels Vergrößerung des Schallaufweges durch die Bedämpfungsschicht zu erreichen, was aber immer zu einer Vergrößerung des Gehäusedurchmessers führt und sich in idealer Weise nicht verwirklichen läßt.

Der Übergang von Schallenergie von einem Werkstoff zum anderen bewirkt einen Schallimpedanzsprung an den Werkstoffgrenzflächen, der zu einer Teilreflexion der Schalldruckwelle führt. Dies gilt auch für den Übergang von Kunststoff zu Luft. Dieser Übergang von Schallenergie an den Werkstoffgrenzflächen hängt sehr stark von dem Verhältnis der Schallimpedanzen Z_1 und Z_2 der beiden Werkstoffe ab. Der Reflexionsfaktor r für den Schalldruck berechnet sich nach der Formel

$$r = (Z_1 - Z_2) / (Z_1 + Z_2).$$

Bei Werkstoffen, deren Schallkennimpedanz sich beispielsweise um den Faktor 5 unterscheiden, ergibt sich ein Reflexionsfaktor von 0,67. Dies bedeutet, daß der Schalldruck nach Durchgang der Werkstoffgrenzflächen auf 33% seiner ursprünglichen Größe abgesunken ist. Nach Durchgang zweier Werkstoffgrenzflächen sogar auf 11% seiner ursprünglichen Größe. Beim Übergang des Schalldruckes von Kunststoff zu Luft ergeben sich sehr hohe Reflexionskoeffizienten, d. h. ein großer Teil der Druckwelle wird zurückreflektiert. Da dieser Effekt unabhängig von den Werkstoffdicken ist, können z. B. Gehäusewände sehr dünn oder auch die Abstände zu Gehäusewänden sehr klein gewählt werden.

Die Erfindung nutzt nun diesen Effekt aus, indem das Wandlergehäuse 3 koaxial die Öffnung 21 des Gehäuses 2 durchdringt und dabei von dem Gehäuse 2 durch einen genau definierten dünnen ringzylindrischen sowie koaxial verlaufenden Luftspalt 38 getrennt und im Bereich der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles 31 zusätzlich Körperschall entkoppelt ist. Erreicht wird dies,

wie in den Fig. 2 und 3 im einzelnen dargestellt, daß drei kurze zylindrische Abschnitte größeren Durchmessers die Öffnung 21 des Gehäuses 2 umlaufen. Der dem Anschlußteil 4 abgewandte erste Abschnitt ist in Durchmesser und Breite so gewählt, daß er eine Nut 22 zur Aufnahme einer flexiblen ringförmigen Dichtung 23 runden Querschnittes bildet.

Der zweite, mittlere Abschnitt bildet ebenfalls ein Nut 24, welcher ebenfalls zur Aufnahme einer ringförmigen Dichtung 25 bestimmt ist. Die ringförmigen Dichtringe 23, 25 können aus handelsüblichen O-Ringen gebildet sein.

Der dritte Abschnitt 26 ist etwas breiter und im Querschnitt so gewählt, daß seine der Nut 24 zugewandte Ringfläche eine Schulter 27 bildet, welche im eingefügten Zustand des Wandlergehäuses 3 in der Öffnung 21 dem Abstützen der Arretierungsfedern 36 dient.

Zwischen den Nuten 22 und 24 erstreckt sich ein längerer Abschnitt 28, dessen Durchmesser ca. 2 mm größer als der Durchmesser des sich zwischen der Nut 24 und dem Abschnitt 26 erstreckenden Abschnittes 29 ist. Der Abschnitt 29 bildet im Zusammenwirken mit den Dichtungen 23 und 25 die exakte Führung der Mantelfläche 37 des Wandlergehäuses 3 in der Öffnung 21 des Gehäuses 2. Dabei ist durch die Innenwand des Abschnittes 28 des Gehäuses 2 und der Mantelfläche 37 des Wandlergehäuses 3 ein genau definierter ringzylindrischer Luftspalt 38 von ca. 1 mm Dicke oder kleiner und einer Länge von ca. 25 mm gebildet. Der Luftspalt 38 umläuft die Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles 31. Der Luftspalt 38 bewirkt in den Werkstoffgrenzflächen einen Übergang von Kunststoff zu Luft und wiederum von Luft zu Kunststoff und an der Außenfläche des Gehäuses 2 noch einmal von Kunststoff zu Luft. Durch jeden dieser Übergänge wird, verursacht durch den Schallimpedanzsprung, eine Teilreflexion der Schallwelle ausgelöst.

Die Membran 32 des Wandlergehäuses 3 erstreckt sich in radialer Richtung über die Mantelfläche 37 hinaus, so daß ihr Umfang mit dem Umfang des Gehäuses 2 zusammenfällt. Im eingeführten und arretierten Zustand liegt die, der Stirnfläche des Gehäuses 2 zugewandte Ringfläche 55 der Membran 32 nicht direkt an der Stirnfläche des Gehäuses 2 an, sondern zwischen diesen Teilen ist ein zweiter, sich radial erstreckender Luftspalt 39 von ca. 0,2 mm gebildet.

Das Gehäuse 2 kann ebenfalls als Spritzteil aus einem Polypropylen hergestellt sein.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, erfolgt nun die Zusammenfügung der Teile 2 und 3 derart, daß zunächst die Anschlußleitung 53 mit der elektrischen Schaltung 52 in elektrische Verbindung gebracht und in die Öffnung 21 des Gehäuses 2 eingeführt ist. Der Sendeimpuls-generator 5 nimmt dabei die in Fig. 1 gezeigte Lage ein. Nach Einsetzen der ringförmigen Dichtungen 23 und 25 wird das vorkomplettierte Wandlergehäuse 3 soweit in die Öffnung 21 eingeführt, bis das Wandlergehäuse 3 die in Fig. 1 gezeigte Lage einnimmt und die Arretierungsfedern 36 an der Schulter 27 des Gehäuses 2 eingerastet sind. In dieser Lage der Teile 3 und 5 innerhalb des Gehäuses 2 kann der verbleibende Freiraum mit einem geeigneten Verguß 54 ausgefüllt sein.

Das Wandlergehäuse 3 ist nun über einen präzise definierten und exakt zylindrischen sowie einen sich radial erstreckenden ringförmigen Luftspalt von dem Gehäuse 2 getrennt. Die beiden Dichtringe 23 und 25 dichten den zylindrischen Luftspalt auch unter schwierigen Einsatzbedingungen dauerhaft ab und bewirken eine

zusätzliche Körperschallentkoppelung des der Mantelfläche gegenüberliegenden Bereiches des Wandlergehäuses 3 von dem Gehäuse 2.

Durch die insgesamt drei Werkstoffübergänge Wandlergehäuse 3 — Luftspalt, Luftspalt — Gehäuse 2, Gehäuse 2 — Meßraum, ergibt sich beispielsweise mit den Schallkennimpedanzen für den Werkstoff Kunststoff $Z_K \approx 2 \cdot 10^6 \text{ N}_s/\text{m}^3$ und Luft $Z_L \approx 400 \text{ N}_s/\text{m}^3$ eine Reduktion des an der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles 31 radial abgestrahlten Schalldruckes von 45 dB bis 50 dB gegenüber einer direkten Abstrahlung zur Luft.

Selbstverständlich können die Schallimpedanzsprünge durch Grenzflächen auch anderer Werkstoffe gebildet sein.

Patentansprüche

1. Füllstandsmeßgerät zur Messung des Füllstandes in einem Behälter oder der Lagerhöhe eines Füllgutes auf einem Lagerplatz, mit einem von einem äußeren Gehäuse (2) umschlossenen, abwechselnd als Sendewandler zur Aussendung von Sendeimpulsen und als Empfangswandler der auf der Oberfläche des Füllgutes reflektierten Echoimpulse betriebenen Ultraschallwandler (31) mit einer thermoplastischen Anpaß- und Bedämpfungsschicht (33, 35), dadurch gekennzeichnet, daß der von einem inneren Gehäuse (3) umschlossene Sende- und Empfangswandler (31) unter Bildung eines exakt zylindrischen, coaxialen Luftspaltes (38) mit einer Breite von 1 mm oder weniger von dem äußeren Gehäuse (2) des Füllstandsmeßgerätes (1) coaxial umgriffen ist und so Werkstoffgrenzflächen ausgebildet sind, an denen durch Schallimpedanzsprünge die von der Mantelfläche des piezoelektrischen Kristalles (31) radial ausgestrahlte Schallenergie reflektiert wird.
2. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Sende- und Empfangswandler (31, 33, 35) umschließende innere Gehäuse (3) eine Öffnung (21) des äußeren Gehäuses (2) durchdringt und durch flexible Dichtringe (23, 25) in einem definierten Abstand von der Wandung (28) der Öffnung (21) des äußeren Gehäuses (2) gehalten ist.
3. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Luftspalt (38) in axialer Richtung mindestens entlang der Mantelfläche des Sende- und Empfangswandlers (31) und ein Stück der Anpaßschicht (33) sowie der Dämpfungsschicht (35) erstreckt.
4. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem äußeren Gehäuse (2) die Öffnung (21) umlaufende Nuten (22, 24) zur Aufnahme der flexiblen Dichtringe (23, 25) angeformt sind.
5. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß an dem inneren Gehäuse (3) an der der Membran (32) abgewandten Seite der Mantelfläche (37) umlaufende Arretierungsfedern (36) angeformt sind.
6. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Gehäuse (2) eine Arretierungsnut (26) aufweist, in welche die Arretierungsfedern (36) des inneren Gehäuses (3) eingreifen, wobei sich die Arretierungsfedern (36) an einer Schulter (27) der Arretierungsnut (26) abstützen.

7. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der axiale Abstand zwischen der Schulter (27) der Arretierungsnut (26) und der Membran (32) des inneren Gehäuses (3) einen sich radial erstreckenden, ringförmigen zweiten Luftspalt (39) ausbildet. 5

8. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Membran (32) des Wandlers (3) radial ein Stück über die Mantelfläche (37) erstreckt und auf der der Schallabstrahlung abgewandten Seite die ringförmige Wand (55) des sich radial erstreckenden zweiten Luftspaltes (39) ausbildet. 10

9. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der sich radial erstreckende zweite Luftspalt (39) von der Stirnfläche des Gehäuses (2) und der ringförmigen Fläche (55) der Membran (32) gebildet ist. 15

10. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Luftspalt (39) eine Dicke von 0,2 mm oder kleiner aufweist. 20

11. Füllstandsmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Gehäuse (2) sowie das innere Gehäuse (3) als Spritzteile aus einem Polypropylen hergestellt sind. 25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

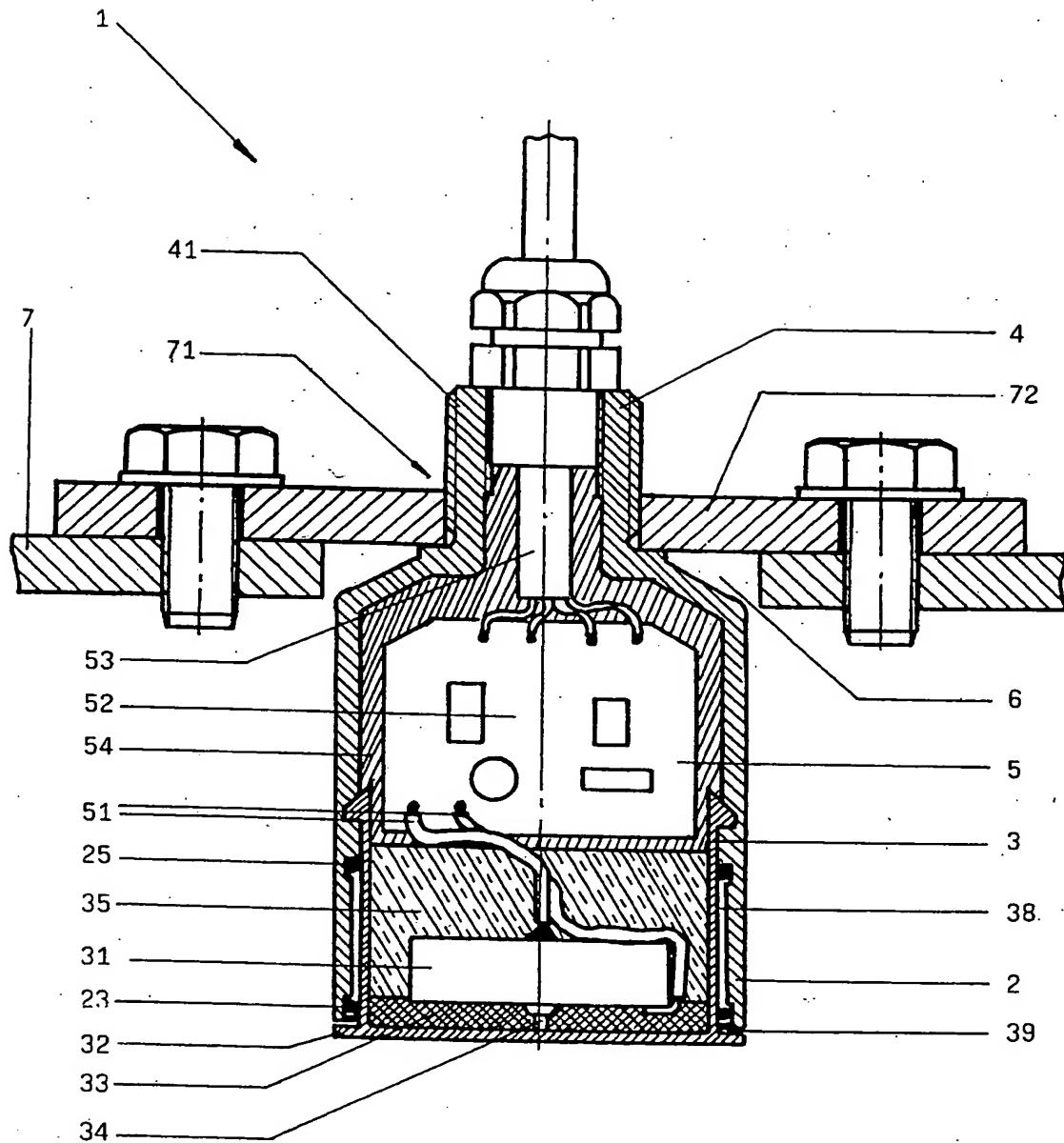


Fig. 1

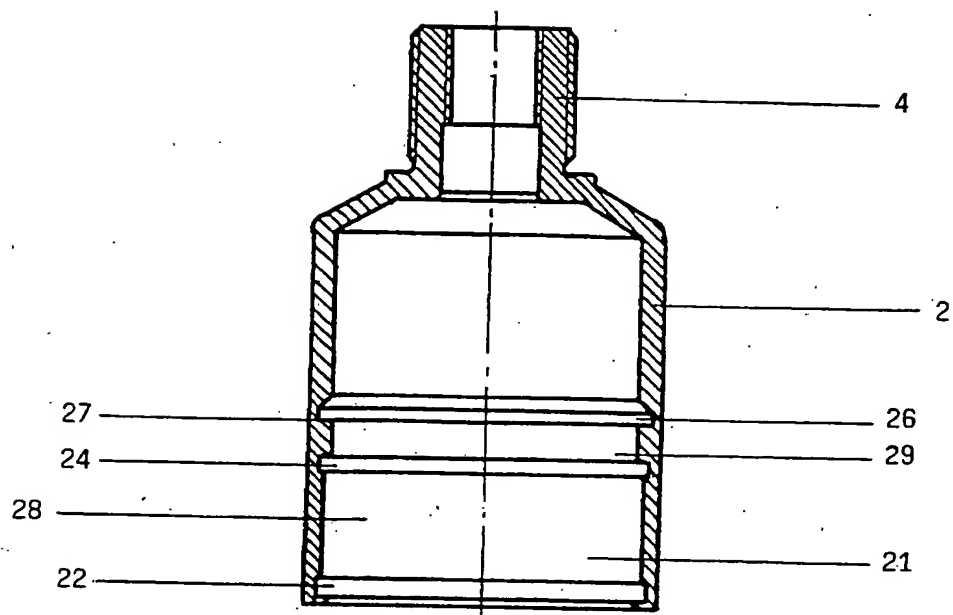


Fig. 2

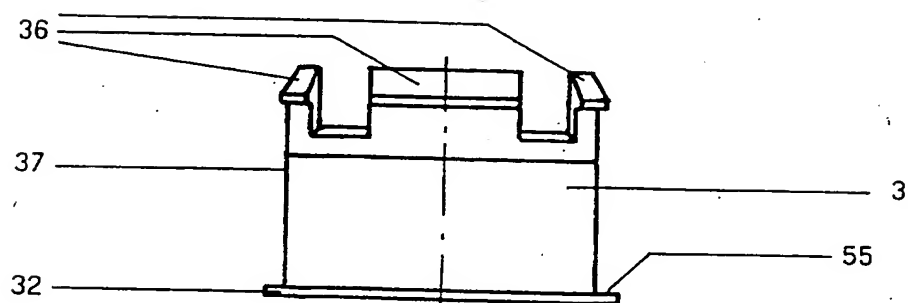


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.